



TITLE:

貯水池堆砂量予測のための流域土砂動態モデルの開発に関する研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

河田, 暢亮

CITATION:

河田, 暢亮. 貯水池堆砂量予測のための流域土砂動態モデルの開発に関する研究. 京都大学, 2016, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2016-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19674>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	河 田 暢 亮
論文題目	貯水池堆砂量予測のための流域土砂動態モデルの開発に関する研究		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本研究は、貯水池の堆砂量を的確に予測する目的で流域土砂動態モデルを開発し、その妥当性を検証したうえで、地球温暖化が貯水池堆砂量に与える影響の評価を行ったものである。本論文は全7章で構成されており、各章の内容は以下のとおりである。</p> <p>第1章では、全国のダム堆砂のデータから堆砂問題の現状および堆砂対策について述べている。また環境省の温暖化影響総合予測プロジェクトの成果を引用し、温暖化により日本列島のほとんどの地域で将来豪雨が増加すること、地域によっては豪雨の増加によって堆砂の進行が加速する懸念があることを説明している。</p> <p>第2章では、堆砂量予測手法を統計的手法と土砂動態モデルによる手法に分け、従来の研究成果を調べ、前者については考慮している影響因子を明確にし、後者では各モデルの特徴を整理している。また、各手法の問題点や気候変動の影響評価への応用性についても調べ、本研究で新たなモデルを開発する必要性を示している。</p> <p>第3章では、貯水池末端直上流区間（以降、コントロールセクション）の河道条件に着目したダムの分類法と分類結果について述べている。まず、検討対象とした7箇所のダム流域について、地形と地質の特徴、コントロールセクションにおける河床材料の移動頻度特性が述べられ、ついでダムの分類に用いる貯水池流入流量と流入土砂量の相関分析結果について述べている。さらに、比堆砂量とコントロールセクションの河床勾配を指標とした分類、比堆砂量とコントロールセクションの摩擦速度を指標とした分類、コントロールセクションにおける1年間の総平衡流砂量と実績年堆砂量の比を指標とした分類も行われ、これらから総合的に判定する分類方法を提案するとともに、その結果の妥当性を示している。</p> <p>第4章では、7箇所のダムを対象として従来の堆砂量予測手法の適用性を検討している。田中式と吉良式、土砂生産量強度マップによる方法と実績堆砂量との比較では、ほとんどのダムで推定値と実績値の間に乖離があることを示している。検証対象ダムの多くが土砂生産量強度マップによる方法の適用範囲外だったことも乖離の理由として挙げているが、これらの手法に関する今後の研究の発展性には限界があると思われ、予測精度を向上させるためには新たな手法の開発が不可欠であることを示している。またダム分類結果を踏まえ、コントロールセクションが移動床でほぼ定常状態のタイプのDダム、移動床であるが非定常状態のタイプのEダム、固定床か通常の洪水に対してはアーマーコートに覆われた状態のタイプのAダムについて、土砂生産過程を考慮していない従来の流域土砂動態モデル（江頭・松木モデル）の適用性の検証を行った。その結果、Dダムでは堆砂量の計算値と実績値がほぼ一致するが、それ以外は計算値と実績値に乖離があり、多様なダムの堆砂量再現計算や予測計算を行うには、土砂の生産から貯水池に流入するまでの土砂動態モデルが不可欠であることを示している。</p> <p>第5章では、降雨時の表層崩壊と凍結融解作用による風化基岩の土砂化によって生産された土砂が崖錐を経由して河道に取り込まれる土砂生産・供給モデルを構築し、これを江頭・松木の土砂輸送モデルと結合することで、新たな流域土砂動態モデルを開発している。</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	河 田 暢 亮
<p>この流域土砂動態モデルでは、土砂生産においては表層崩壊や凍結融解による風化基岩の土砂化のメカニズムを考慮しつつも、航空写真による過去の表層崩壊の実態や貯水池堆砂量の実測データを使うことで、実用性の高いモデルを構築している。一方、従来のデータを活用したこのモデルでは、既往最大規模を超える降雨が発生すれば、新たに航空写真を入手し、逐次、モデルのパラメータを見直す必要があることも述べている。異なる分類の A ダムと E ダムを対象として、この流域土砂動態モデルを適用し堆砂量の再現計算を行っている。その結果、単年ごとの値は一部の年で乖離が見られるが、累計堆砂量は計算値と実績値がほぼ一致することを示している。また、モデルの精度向上には崩壊土の粒度分布の与え方が重要であり、今後の主な課題として挙げている。</p> <p>第 6 章では、D ダムに江頭・松木モデル、E ダムに第 5 章に述べた流域土砂動態モデルを適用し、50 年後を想定して温暖化の堆砂への影響評価を行い、両ダムとも温暖化に伴う降雨の増加により堆砂進行が速まることを説明している。D ダムでは降雨の増加に比例して河道を流れる流量が増え、それによって堆砂量もほぼ線形的に増加するが、E ダムでは、崩壊斜面数の増加によって河道への土砂供給量が加速的に増え、堆砂進行の加速の度合いが D ダムよりさらに大きくなる可能性を示している。</p> <p>最後に第 7 章では全体を総括するとともに、研究の結論と今後の課題について述べている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、現在および将来の貯水池堆砂に対する効率的・効果的な対策のために、貯水池末端直上流区間の河道条件の違いによる実証的な貯水池の分類法および実用的な堆砂量の予測モデルの開発を行い、その成果についてまとめたものである。得られた主な成果は次のとおりである。

1. 貯水池末端付近の河床条件が定常状態の移動床であるダム、それが非定常であるダム、通常は固定床またはアーマーコートが発達しており土砂の移動が少ないダムに分類する方法が提案され、その妥当性が検証された。貯水池末端付近における流砂や河床変動の理論的考察と流入流量と流入土砂量の相関分析をベースにし、河床材料の移動頻度特性、河床勾配、掃流力、比堆砂量、年間総平衡流砂量と年堆砂量の比など、多面的な解析に基づく総合的な評価によるこの分類は、効率的、効果的な貯水池堆砂管理に繋がるものと評価できる。

2. 従来の堆砂量予測手法の実測値との適合性について検討され、さらにこれらの予測手法の地球温暖化の問題への発展性についても検討された。その結果、従来のモデルでは精度の良い予測や地球温暖化の影響予測が行えないと考えられ、土砂生産から貯水池への流入までの土砂移動の物理プロセスを考慮したモデルが不可欠であることが示されており、本研究の位置づけが明確に記述されている。

3. 豪雨時の表層崩壊と凍結融解作用による風化基岩の土砂化による土砂生産を考慮した流域土砂動態モデルが開発され、これを用いた堆砂量の予測手法が提案された。このモデルでは、土砂生産・流出プロセスの素過程の物理プロセスを考慮しながらも、航空写真による過去の表層崩壊の実態、貯水池堆砂量の実測データなどを有効活用して、実用性および新規性の高い予測モデルが構築されており、この点が高く評価できる。前述の異なる分類のダムに本モデルを適用し、モデルの妥当性も検証されていることがわかった。

4. 本研究で開発した堆砂量予測手法を用いて、地球温暖化による貯水池堆砂への影響評価を行い、貯水池によって、崩壊数の増加による土砂生産が影響するものと洪水流量の増加による土砂流出が影響するものとがあることが示され、今後の貯水池堆砂管理に非常に有用な情報が得られている。

本論文は、以上のように貯水池堆砂管理に利用できる新たな考え方による貯水池堆砂量の予測方法を提示したもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成28年1月18日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。